

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09130260 A**(43) Date of publication of application: **16.05.97**

(51) Int. Cl. **H03M 7/30**  
**G10L 7/04**  
**G10L 9/16**  
**G10L 9/18**

(21) Application number: **07301909**(71) Applicant: **VICTOR CO OF JAPAN LTD**(22) Date of filing: **26.10.95**

(72) Inventor: **KINETSUKI KENJI**  
**MARUYAMA TOSHIHIRO**

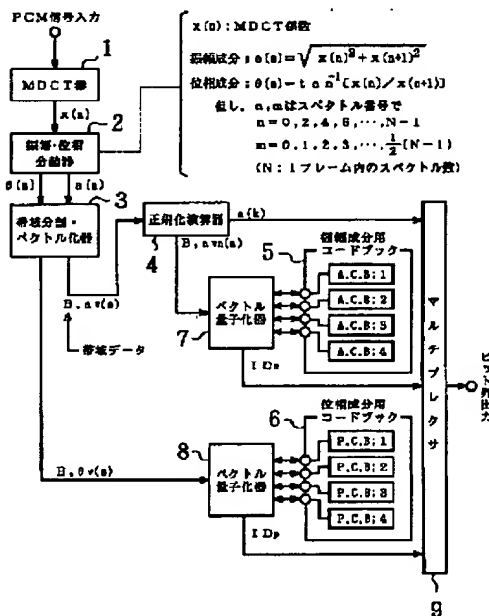
(54) **ENCODING DEVICE AND DECODING DEVICE  
 FOR ACOUSTIC SIGNAL**

## (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To perform highly efficient encoding by the code book of a small size and to improve transmission efficiency in the case of orthogonally transforming acoustic signals (PCM signals) by MDCT and transmitting data by a vector quantization system.

**SOLUTION:** An MDCT coefficient  $X(n)$  obtained in an MDCT device 1 is separated into an amplitude component  $a(m)$  and a phase component  $\theta(m)$  in an amplitude/phase comparator 2, vectorized in a band division/vectorization device 3, then converted into index data  $IDa$  and  $IDb$  relating to amplitude and a phase by respective vector quantizers 7 and 8 by using the code books 5 and 6 provided for respective component data and transmitted. Since separation into the respective components of the amplitude and the phase is performed, the transformation dimensional number of vectorization is made smaller on the side of the phase component  $\theta(m)$  of the small deviation of statistic distribution than the side of the amplitude component  $a(m)$  of the large deviation, the highly efficient encoding is realized by valid bit distribution suited to the property of the acoustic signals and the data amount of the entire code book is reduced.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-130260

(43)公開日 平成9年(1997)5月16日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 3 M 7/30		9382-5K	H 0 3 M 7/30	B
		9382-5K		A
G 1 0 L 7/04			G 1 0 L 7/04	G
9/16			9/16	
9/18			9/18	E
審査請求 未請求 請求項の数10 F D (全 11 頁)				

(21)出願番号 特願平7-301909

(22)出願日 平成7年(1995)10月26日

(71)出願人 000004329

日本ビクター株式会社

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地

(72)発明者 杵築 兼史

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地 日本ビクター株式会社内

(72)発明者 丸山 俊弘

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地 日本ビクター株式会社内

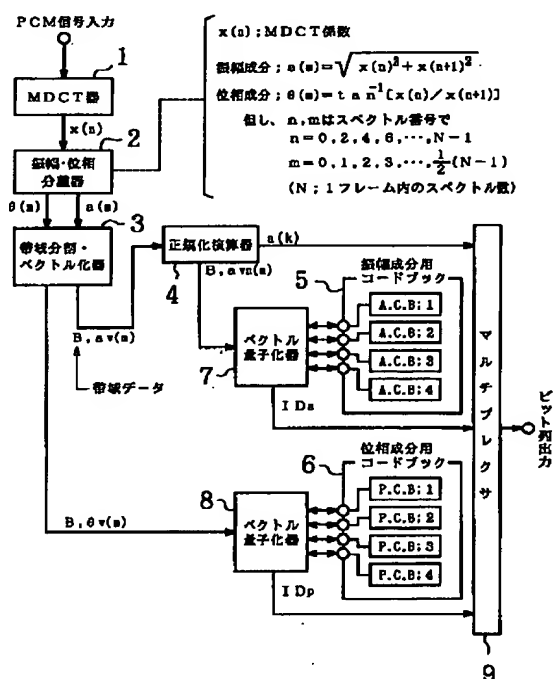
(74)代理人 弁理士 永井 利和

(54)【発明の名称】 音響信号の符号化装置及び復号化装置

(57)【要約】

【課題】 音響信号(PCM信号)をMDCTで直交変換し、ベクトル量子化方式でデータ伝送を行う場合に、小サイズのコードブックで高能率な符号化を実現し、伝送効率の向上を図る。

【解決手段】 MDCT器1で得られたMDCT係数 $X(n)$ を振幅・位相分離器2で振幅成分 $a(m)$ と位相成分 $\theta(m)$ に分離し、帯域分割・ベクトル化器3でベクトル化した後、各成分データ毎に設けたコードブック5,6を用いて各ベクトル量子化器7,8が振幅と位相に係るインデックスデータ $IDa, IDb$ へ変換して伝送する。振幅と位相の各成分に分離したため、ベクトル化の変換次元数を統計的分布の偏りの大きい振幅成分 $a(m)$ 側よりその偏りが小さい位相成分 $\theta(m)$ 側が小さくなるようにし、音響信号の特質に適合した有効なビット配分により高能率な符号化を実現すると共にコードブック全体のデータ量の低減化を図る。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 PCM(Pulse Code Modulation)方式で変調された音響信号をMDCT(Modified Discrete Cosine Transform)方式で直交変換し、その変換によって得られるMDCT係数を符号化する音響信号の符号化装置において、前記MDCT係数を振幅成分データと位相成分データに分離するデータ分離手段と、前記データ分離手段が分離した各データをベクトルデータへ変換するベクトル化手段と、音響信号の学習サンプルから得られるMDCT係数に対して前記のデータ分離手段とベクトル化手段によるデータ処理と実質的に同一のデータ処理を施して求められた振幅成分と位相成分に係る各ベクトルデータに対応させて相互に異なるインデックスデータを格納せしめたコードブックと、前記ベクトル化手段が求めた振幅成分と位相成分に係る各ベクトルデータを用いて前記コードブックを検索し、その各ベクトルデータと同一乃至近似した前記コードブックのベクトルデータに対応付けられている振幅成分と位相成分に係るインデックスデータを読み出すベクトル量子化手段を具備し、ベクトル量子化手段が読み出したインデックスデータを伝送路へ出力することを特徴とした音響信号の符号化装置。

【請求項2】 データ分離手段が、時系列的に隣接したMDCT係数 $x(n)$ 、 $x(n+1)$ を用いて、振幅成分データ $a(m)$ 及び位相成分データ $\theta(m)$ をそれぞれ次の数式1及び数式2によって求めることとした請求項1の音響信号の符号化装置。

## 【数1】

$$a(m) = \sqrt{x(n)^2 + x(n+1)^2}$$

## 【数2】

$$\theta(m) = \tan^{-1}[x(n)/x(n+1)]$$

(但し、 $n, m$ はスペクトル番号で、 $n=0, 2, 4, 6, \dots, N-1$ 、 $m=0, 1, 2, 3, \dots, (N-1)/2$ であり、 $N$ は1フレーム内のスペクトルの数である。)

【請求項3】 ベクトル化手段による振幅成分データと位相成分データのベクトルデータへの変換方式が、周波数の低い帯域における変換次元数を周波数の高い帯域における変換次元数より小さくした変換方式である請求項1又は請求項2の音響信号の符号化装置。

【請求項4】 ベクトル化手段が、位相成分データをベクトルデータへ変換する際に、変換対象とする位相成分データ群の最初のデータ値と後続するデータ値の差をベクトルデータとすることとした請求項1、請求項2又は請求項3の音響信号の符号化装置。

【請求項5】 コードブックの位相成分に係るベクトルデータの数を振幅成分に係るベクトルデータの数より大きくした請求項1、請求項2、請求項3、又は請求項4の音響信号の符号化装置。

【請求項6】 ベクトル化手段による位相成分データの

ベクトルデータへの変換次元数を振幅成分データのベクトルデータへの変換次元数より小さくし、コードブックの位相成分に係るベクトルデータの数を振幅成分に係るベクトルデータの数より大きくした請求項1、請求項2、請求項3、請求項4又は請求項5の音響信号の符号化装置。

【請求項7】 ベクトル化手段が振幅成分データを対数化してベクトルデータへ変換することとし、そのベクトルデータ内の最大パワー値を正規化係数として他の振幅成分に係るベクトルデータを正規化する正規化手段を設け、コードブックには、音響信号の学習サンプルから得られるMDCT係数に対してデータ分離手段とベクトル化手段と前記正規化手段によるデータ処理と実質的に同一のデータ処理を施して求められた振幅成分データに対応させて相互に異なるインデックスデータを格納せしめ、ベクトル量子化手段が読み出したインデックスデータと共に前記正規化手段の正規化係数を伝送路へ出力することとした請求項1、請求項2、請求項3、請求項4、請求項5又は請求項6の音響信号の符号化装置。

【請求項8】 請求項1、請求項2、請求項3、請求項4、請求項5又は請求項6の音響信号の符号化装置が伝送路へ出力したインデックスデータが入力される復号化装置であって、前記符号化装置が具備したコードブックの格納データと同一データが格納せしめられたコードブックと、入力された振幅成分と位相成分に係るインデックスデータを用いて前記コードブックを検索し、その各インデックスデータに合致した振幅成分と位相成分に係るベクトルデータを読み出すベクトル逆量子化手段と、前記ベクトル逆量子化手段が読み出した各ベクトルデータを合成してMDCT係数に係る振幅成分データと位相成分データを作成するベクトル合成手段と、前記ベクトル合成手段が求めた振幅成分データと位相成分データを合成してMDCT係数を求めるデータ合成手段と、前記データ合成手段が求めたMDCT係数に基づいてPCM方式で変調された音響信号を再生する逆MDCT手段を具備したことを特徴とする音響信号の復号化装置。

【請求項9】 請求項7の音響信号の符号化装置が伝送路へ出力したインデックスデータと正規化係数が入力される復号化装置であって、前記符号化装置が具備したコードブックの格納データと同一データが格納せしめられたコードブックと、入力された振幅成分と位相成分に係るインデックスデータを用いて前記コードブックを検索し、その各インデックスデータに合致した振幅成分と位相成分に係るベクトルデータを読み出すベクトル逆量子化手段と、前記ベクトル逆量子化手段が読み出した振幅成分に係るベクトルデータを前記正規化係数を用いて逆正規化する逆正規化手段と、前記逆正規化手段が逆正規化したベクトルデータと前記ベクトル逆量子化手段が読み出した位相成分に係るベクトルデータを合成してMDCT係数に係る振幅成分データと位相成分データを作成するベ

クトル合成手段と、前記ベクトル合成手段が求めた振幅成分データと位相成分データを合成してMDC T係数を求めるデータ合成手段と、前記データ合成手段が求めたMDC T係数に基づいてPCM方式で変調された音響信号を再生する逆MDC T手段を具備したことを特徴とする音響信号の復号化装置。

【請求項10】 データ合成手段が、振幅成分データ  $a(m)$  と位相成分データ  $b(m)$  を用いて、MDC T係数である  $x(n)$ 、 $x(n+1)$  をそれぞれ次の数式3及び数式4によって求めることとした請求項8又は9の音響信号の復号化装置。

【数3】

$$x(n) = a(m) \sin \theta(m)$$

【数4】

$$x(n+1) = a(m) \cos \theta(m)$$

(但し、 $n, m$ はスペクトル番号で、 $n = 0, 2, 4, 6, \dots, N-1$ 、 $m = 0, 1, 2, 3, \dots, (N-1)/2$ であり、 $N$ は1フレーム内のスペクトルの数である。)

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は音響信号の符号化装置及び復号化装置に係り、PCM(Pulse Code Modulation)方式で変調された音響信号をMDC T(Modified Discrete Cosine Transform)方式で直交変換すると共に振幅成分と位相成分に分離してベクトル量子化する高能率符号化技術と、その符号化データの復号化技術に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来から、音響信号の高能率符号化に関しては、MPEG(Moving Picture Experts Group)-Audio等に代表されるように、時間領域のサンプル信号を周波数領域に写像し、周波数領域でのエネルギーの偏在に係るビット割当てをサンプル毎に人間の心理聴覚特性を利用して量子化歪を制御することによって行われている。このような符号化方式は所謂スカラー量子化の手法に基づくものであるが、平均1(bit/sample)を下回るような低ビットレートでの符号化では極端に量子化歪が大きくなる。

【0003】 そこで、いくつかのサンプルをまとめて量子化するベクトル量子化の導入が考えられる。ここに、「ベクトル量子化」とは、従来から動画像符号化方式に適用されてきたものであり、被写体を表現する各種のベクトルデータのパターンをインデックスデータと対応付けてコードブックに格納しておき、動画像データの伝送においてそのインデックスデータのみを伝送するものである。そして、そのベクトル量子化を音響信号に適用する方式としては、信号波形そのものをベクトル量子化する方式や、線形予測残差信号をベクトル量子化する方式や、直交変換係数をベクトル量子化する方式が試されている。しかし、信号波形そのものや線形予測残差信号に

ベクトル量子化を適用する方式は、変化が激しく時系列的相関が弱いという特性を有した広帯域(オーディオ帯域)音響信号には適していない。一方、直交変換係数をベクトル量子化する方式については周波数領域でのエネルギーの偏在性を利用でき、前記の広帯域音響信号の高能率符号化に適している。

【0004】 従って、直交変換とベクトル量子化を組み合わせた音響信号の符号化方式については「オーディオ信号の変換符号化への変換係数のVQの導入」(熊田他, 日本音響学会講演論文集, 93/10, p. 307)等の技術が開示されている。図8はその符号化装置の構成例を示す。同図においては、まず、入力されるPCMデータに対してMDC T器51でMDC T方式による直交変換がなされ、そのMDC T係数を周波数方向に沿って4次元ベクトル化器52で4個の係数データ毎に4次元ベクトルデータに変換する。次に、正規化演算器53では、各ベクトルデータのrms(二乗平均平方根)値を求め、そのrms値を対数量子化すると共に、その対数量子化されたrms値に応じて各ベクトルデータに量子化ビットを割り当て、各ベクトルデータをrms値で正規化する。一方、コードブック54に対しては、音響信号の学習サンプルに前記と同様のMDC T直交変換とMDC T係数の4次元ベクトル化と正規化処理を施したベクトルデータに対応付けてインデックスデータが登録されている。そこで、正規化されたベクトルデータを検索キーとしてベクトル量子化器55がコードブック54を検索し、対応したインデックスデータが読出される。また、割り当てられたビット数に余分があれば、それと4次元ベクトル化器52から得られる元のDCT係数データを減算器56へ入力させることで量子化誤差を求め、更にスカラー量子化器57でその量子化誤差をスカラー量子化する。そして、マルチプレクサ58で前記のrms値とインデックスデータと量子化誤差データを多重化したビットストリームを構成して伝送路へ出力させる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上記の論文で報告されている内容によると、図8の符号化装置でのSN比は、90~208kbpsの範囲において従来のスカラー量子化方式と比較して約2~3dB程度の改善が見られて良好な結果が得られているが、90kbpsでは一般的なスカラー量子化方式の場合との差が小さくなってきており、その傾向から見て更に低いビットレートへの適用は困難になると予測される。

【0006】 そして、その原因は次のように考察される。まず、本質的にベクトル量子化はデータの統計的分布の偏りを利用する手法である。上記の符号化装置では、コードブック54に図5に示すようなMDC T係数  $x(n)$  を周波数方向について4個単位で分割して4次元ベクトルデータに変換した後にrms値で正規化したデータを格納させているが、MDC T係数  $x(n)$  は信号の位

相の変化によって隣合った係数の符号や大きさが大きく変化してしまい、そのためにベクトル量子化による効率に限界が生じている。即ち、上記の符号化装置の方式を90 kbpsより低いビットレートに適用するためには、より統計的分布に偏りがあるような性質のベクトルを用いる必要がある。

【0007】一方、図5のMDCT係数 $x(n)$ から振幅成分データと位相成分データを求めるとそれぞれ図6及び図7のようになり、特に振幅成分データの統計的分布の偏りが大きいことが理解される。そこで、本発明は、MDCT係数 $x(n)$ そのものをベクトル量子化するのではなく、MDCT係数 $x(n)$ から求められる振幅成分データと位相成分データをベクトル量子化するという特殊な手法を採用し、全体としてより高能率な符号化を可能にする符号化装置とそれに対応した復号化装置を提供することを目的として創作された。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】第1の発明は、PCM方式で変調された音響信号をMDCT方式で直交変換し、その変換によって得られるMDCT係数を符号化する音響信号の符号化装置において、前記MDCT係数を振幅成分データと位相成分データに分離するデータ分離手段と、前記データ分離手段が分離した各データをベクトルデータへ変換するベクトル化手段と、音響信号の学習サンプルから得られるMDCT係数に対して前記のデータ分離手段とベクトル化手段によるデータ処理と実質的に同一のデータ処理を施して求められた振幅成分と位相成分に係る各ベクトルデータに対応させて相互に異なるインデックスデータを格納せしめたコードブックと、前記ベクトル化手段が求めた振幅成分と位相成分に係る各ベクトルデータを用いて前記コードブックを検索し、その各ベクトルデータと同一乃至近似した前記コードブックのベクトルデータに対応付けられている振幅成分と位相成分に係るインデックスデータを読出すベクトル量子化手段を具備し、ベクトル量子化手段が読出したインデックスデータを伝送路へ出力することを特徴とした音響信号の符号化装置に係る。

【0009】この発明では、データ分離手段によってMDCT係数を振幅成分データと位相成分データに分離し、分離された各データをベクトル化手段でベクトルデータへ変換する。コードブックは、音響信号の学習サンプルに対してこの発明に係るMDCT・データ分離・ベクトル化と実質的に同一の処理を施して得られた振幅成分と位相成分に係る各ベクトルデータに対応させて相互に異なるインデックスデータがテーブル化されている。従って、ベクトル量子化手段がベクトル化手段で変換された振幅成分と位相成分に係る各ベクトルデータを検索キーとしてコードブックを参照し、対応するインデックスデータを読出して伝送するようにすれば伝送効率の大幅な向上が図れ、また伝送路上のストレージメディアの容

量節減も図れる。

【0010】ところで、上記のように図5と図6の比較から明らかなように、振幅成分データ $a(m)$ の分布状態の統計的な偏りはMDCT係数 $x(n)$ のそれよりも遥かに大きい。従って、コードブックに格納させておく振幅成分に係るベクトルデータは、大きな変換次元数のもので且つ少ないデータ個数分だけ用意しておけば足りる。一方、位相成分データ $\theta(m)$ については、図7に示すようにその統計的分布の偏りが小さいため、振幅成分データの場合に比べて小さい変換次元数のベクトルデータを数多く用意しておかねばならない。しかし、同一のメモリ容量のコードブックであっても、前記のとおり振幅成分に係るベクトルデータのデータ量が少なくなる分を位相成分に係るベクトルデータに割り当てることができる。従って、結果的にMDCT係数 $x(n)$ をそのままベクトル量子化してコードブックに格納する場合と比較して、ビット量の有効な配分が可能になり、コードブックの小型化とサーチ時の演算量の低減を実現できる。

【0011】第2の発明は、第1の発明の符号化装置に対応した復号化装置であって、その符号化装置が具備したコードブックの格納データと同一データが格納せしめられたコードブックと、入力された振幅成分と位相成分に係るインデックスデータを用いて前記コードブックを検索し、その各インデックスデータに合致した振幅成分と位相成分に係るベクトルデータを読出すベクトル逆量子化手段と、前記ベクトル逆量子化手段が読出した各ベクトルデータを合成してMDCT係数に係る振幅成分データと位相成分データを作成するベクトル合成手段と、前記ベクトル合成手段が求めた振幅成分データと位相成分データを合成してMDCT係数を求めるデータ合成手段と、前記データ合成手段が求めたMDCT係数に基づいてPCM方式で変調された音響信号を再生する逆MDCT手段を具備したことを特徴とする音響信号の復号化装置に係る。

【0012】この復号化装置のコードブックが、第1の発明のコードブックの格納データと同一のデータ内容を有していなければならないことは当然であり、インデックスデータを検索キーとして検索される点が異なるだけである。また、ベクトル逆量子化手段が振幅成分と位相成分に係るベクトルデータを読出した後のベクトル合成手段とデータ合成手段と逆MDCT手段による一連のデータ処理は、第1の発明によるMDCT方式で直交変換してデータ分離手段とベクトル化手段が実行する処理の逆処理に相当する。従って、上記の特質を有したコードブックを符号化装置と復号化装置が有していることにより、この復号化装置は低いビットレートでもSN比の高い音響信号の再生が可能になる。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の「音響信号の符号化装置及び復号化装置」の実施形態を図1から図4を用

いて詳細に説明する。先ず、図1は符号化装置の機能ブロック回路図を示す。同図において、1は入力されるPCM信号に対してMDC T方式で直交変換を施すMDC T器、2はMDC T器1が求めたMDC T係数から振幅成分データ  $a(m)$  と位相成分データ  $\theta(m)$  を求めてそれらを分離出力する振幅・位相分離器、3は振幅成分データ  $a(m)$  と位相成分データ  $\theta(m)$  を帯域毎に分割し、両データ  $a(m)$ 、 $\theta(m)$  を各帯域毎に変換次元数を異ならせてベクトルデータ  $a_v(m)$ 、 $\theta_v(m)$  へ変換する帯域分割・ベクトル化器、4は振幅成分に係るベクトルデータ  $a_v(m)$  を係数  $a(k)$  で正規化する正規化演算器、5は振幅成分用のコードブック、6は位相成分用のコードブック、7は正規化された振幅成分に係るベクトルデータ  $a_{vn}(m)$  を検索キーとして振幅成分用のコードブック5を検索してインデックスデータ  $I Da$  を読出すベクトル量子化器、8は位相成分に係るベクトルデータ  $\theta_v(m)$  を検索キーとして位相成分用のコードブック6を検索してインデックスデータ  $I Dp$  を読出すベクトル量子化器、9は正規化に用いた係数  $a(k)$  とインデックスデータ  $I Da$ 、 $I Dp$  を多重化したビット列を構成して伝送路へ出力させるマルチプレクサである。

【0014】次に、この符号化装置の動作を各機能ブロック要素に係る更に詳細な説明を加えながら説明する。入力されたPCM信号はMDC T器1によって1フレームずつ切り出され、各フレームに対して直交変換処理が施されて周波数軸方向についてのMDC T係数  $x(n)$  が求められる。振幅・位相分離器2では、求められたMDC T係数  $x(n)$  は振幅情報と位相情報を併せ持っているの、次の数式1及び数式2を適用して振幅成分データ  $a(m)$  と位相成分データ  $\theta(m)$  を演算し、振幅成分と位相成分を分離する。

【数1】

【数2】但し、各数式において、 $n, m$  はスペクトル番号で、 $n = 0, 2, 4, 6, \dots, N-1$ 、 $m = 0, 1, 2, 3, \dots, (N-1)/2$  であり、 $N$  は1フレーム内のスペクトルの数である。

【0015】そして、求められた振幅成分データ  $a(m)$  と位相成分データ  $\theta(m)$  は帯域分割・ベクトル化器3へ入力される。この帯域分割・ベクトル化器3では、先ず、音響信号の周波数帯域を例えば  $0 \sim 2.25 \text{ kHz}$  と  $2.25 \sim 4.5 \text{ kHz}$  と  $4.5 \sim 9.0 \text{ kHz}$  と  $9.0 \sim 16.0 \text{ kHz}$  の4帯域に分割し、振幅成分データ  $a(m)$  と位相成分データ  $\theta(m)$  をそれらの帯域毎に分割する。次に、分割された各データ  $a(m)$ 、 $\theta(m)$  を各帯域毎に設定された変換次元数でベクトルデータ  $a_v(m)$ 、 $\theta_v(m)$  へ変換する。即ち、各帯域毎にサンプリング数  $S$  を設定し、それらサンプリングデータ群毎に変換次元数  $S$  のベクトルデータを作成する。

【0016】この場合、例えば、前記の帯域分割であれば、 $0 \sim 2.25 \text{ kHz}$  では  $a_v(m)$  の次元数を6、 $\theta_v(m)$

の次元数を2とし、 $2.25 \sim 4.5 \text{ kHz}$  では  $a_v(m)$  の次元数を12、 $\theta_v(m)$  の次元数を4とし、 $4.5 \sim 9.0 \text{ kHz}$  では  $a_v(m)$  の次元数を24、 $\theta_v(m)$  の次元数を6とし、 $9.0 \sim 16.0 \text{ kHz}$  では  $a_v(m)$  の次元数を32、 $\theta_v(m)$  の次元数を20とするというように、周波数の低い帯域における変換次元数を周波数の高い帯域における変換次元数より小さくする。これは、人間の聴覚心理において周波数が高くなるほど周波数弁別能力が悪くなることを考慮したものであり、音響信号であることの特質を利用してより有効なデータ量の割付けを行うためである。

【0017】また、位相成分に係るベクトルデータ  $\theta_v(m)$  を作成するに際しては、位相成分データ  $\theta(m)$  の絶対値ではなく次元内の最初の値と後続データ値の差をベクトルデータとする。これは、図7に示したように、一般に位相成分データ  $\theta(m)$  の統計的分布の偏りが小さいため、絶対値によるよりも差分データをベクトル化した方がベクトルデータ  $\theta_v(m)$  のデータ量が全体として小さくなるからである。

【0018】次に、帯域分割・ベクトル化器3は、作成した振幅成分に係るベクトルデータ  $a_v(m)$  を帯域識別データ  $B$  と共に正規化演算器4へ転送し、また位相成分に係るベクトルデータ  $\theta_v(m)$  と帯域識別データ  $B$  をベクトル量子化器8へ転送する。正規化演算器4では、転送されたベクトルデータ  $a_v(m)$  を対数化し、そのベクトルデータ  $a_v(m)$  の内の最大パワー値を正規化係数  $a(k)$  として正規化されたベクトルデータ  $a_{vn}(m)$  を求め、それを帯域識別データ  $B$  と共にベクトル量子化器7へ転送する。ここで、対数化・正規化処理を行うのは、振幅成分に係るベクトルデータ  $a_v(m)$  についてもデータ量の削減を図っておくためである。

【0019】このようにして、ベクトル量子化器7には帯域識別データ  $B$  と正規化された振幅成分に係るベクトルデータ  $a_{vn}(m)$  が、ベクトル量子化器8には帯域識別データ  $B$  と位相成分に係るベクトルデータ  $\theta_v(m)$  に入力されるが、各ベクトル量子化器7,8はそれぞれ入力データ  $[B \text{ と } a_{vn}(m)]$ 、 $[B \text{ と } \theta_v(m)]$  を検索キーとして対応したコードブック5,6を検索する。

【0020】そして、この段階で各コードブック5,6の内容を図2及び図3を用いて説明しておく。両方のコードブック5,6には、音響信号の学習サンプルに対して前記の《MDC T器1→振幅・位相分離器2→帯域分割・ベクトル化器3→(振幅成分については正規化演算器4)》の処理経路と実質的に同一の処理を施して得られるベクトルデータ  $a_{vn}(m)$ 、 $\theta_v(m)$  のデータパターンが相互に異なるインデックスデータ  $I Da$ 、 $I Dp$  を対応付けて記憶せしめられている。即ち、音響信号の学習サンプルを用いたLBGアルゴリズム等の既知の方法で前記の各データ  $a_{vn}(m)$ 、 $\theta_v(m)$  の全ゆるデータパターンを登録させてある。但し、本実施形態では上記のように帯域分割・ベク

トル化器3の処理段階で帯域分割すると共に、各帯域毎にベクトルデータへの変換次元数を異ならせている。従って、振幅成分用のコードブック5についてみれば、図1及び図2の(B)～(E)に示すように、コードブック5の中を帯域別コードブック[A.C.B;1], [A.C.B;2], [A.C.B;3], [A.C.B;4]に4分割し、それぞれに学習サンプルを処理・正規化して得られた0～2.25 kHzと2.25～4.5 kHzと4.5～9.0 kHzと9.0～16.0 kHzにおけるベクトルデータ  $a_{vn}(m)$  のデータパターンを登録してある。尚、図2の(B)～(E)では理解し易くするために図解的パターンで示してある。そして、本実施形態の前記実例に対応したベクトル化方式にしたがって、各ベクトルデータのパターンの変換次元数を0～2.25 kHzでは6に、2.25～4.5 kHzでは12に、4.5～9.0 kHzでは24に、9.0～16.0 kHzでは32にとり、各帯域について1024個のデータパターンが設けてある。それらのパターンを、図2の(A)に示されるMDCT方式での直交変換後の周波数-振幅対数パワーのグラフに対応付けると、微小周波数帯域  $\Delta f$  内におけるベクトルデータ  $a_{vn}(m)$  のパターンを示していることになり、高い周波数帯域になるほど微小周波数帯域  $\Delta f$  を大きくとって変換次元数を大きくしたデータパターンになっている。

【0021】また、位相成分用のコードブック6についても、図1及び図3の(B)～(E)に示すように、前記の場合と同様にその中を帯域別コードブック[P.C.B;1], [P.C.B;2], [P.C.B;3], [P.C.B;4]に4分割し、それぞれに学習サンプルをベクトル化処理して得られた0～2.25 kHzと2.25～4.5 kHzと4.5～9.0 kHzと9.0～16.0 kHzにおけるベクトルデータ  $\theta_v(m)$  のデータパターンを登録してある。また、本実施形態のベクトル化方式に対応させて、高い周波数帯域の帯域別コードブックに対して低い周波数帯域の帯域別コードブックよりも変換次元数の大きいベクトルデータ  $\theta_v(m)$  のデータパターンを登録させるようにしていることも同様であり、0～2.25 kHzでは2に、2.25～4.5 kHzでは4に、4.5～9.0 kHzでは6に、9.0～16.0 kHzでは20にとり、ところで、位相成分用のコードブック6内におけるベクトルデータ  $\theta_v(m)$  のデータパターンの変換次元数は全帯域を通じて振幅成分用のコードブック5の場合と比較して小さくなっているが、その代わりに各帯域別コードブック[P.C.B;1], [P.C.B;2], [P.C.B;3], [P.C.B;4]におけるベクトルデータ  $\theta_v(m)$  の総数が2048個で、振幅成分用のコードブック5の場合の2倍になっている。これは、図3の(A)に示されるMDCT方式での直交変換後の周波数-位相値のグラフから明らかなように、位相の統計的分布の偏りが小さいため、より多くのパターンで対応させなければ位相の変化態様を適切に表現できず、ベクトル量子化段階でのエラー率が高くなるからである。

【0022】図1に戻って、各ベクトル量子化器7,8は以上に説明した各コードブック5,6をそれぞれ検索するが、その際には先ず帯域識別データBを用いて各帯域別コードブック[A.C.B;1]～[A.C.B;4]と[P.C.B;1]～[P.C.B;4]の何れを検索対象とするかを選択する。そして、各ベクトル量子化器7,8は、それぞれ前記帯域に含まれていた振幅成分に係るベクトルデータ  $a_{vn}(m)$  と位相成分に係るベクトルデータ  $\theta_v(m)$  を検索キーとして、帯域識別データBで選択した帯域別コードブック[A.C.B;i]と[P.C.B;i]を検索し、各ベクトルデータ  $a_{vn}(m)$  と  $\theta_v(m)$  と同一又は最も近似した登録データに対応付けられているインデックスデータ  $I_{Da}$  と  $I_{Dp}$  を読出す。

【0023】その後、正規化演算器4が用いた正規化係数  $a(k)$  と各ベクトル量子化器7,8で読出したインデックスデータ  $I_{Da}$ ,  $I_{Dp}$  がマルチプレクサ9へ転送され、マルチプレクサ9がそれらを多重化したビット列を伝送路へ出力する。本実施形態の符号化装置では、上記のようにMDCT係数  $X(n)$  を振幅成分データ  $a(m)$  と位相成分データ  $\theta(m)$  に分離した後の帯域分割・ベクトル化器3による帯域毎のベクトル化の変換次元数の割当てや位相成分データ  $\theta(m)$  の差分によるベクトル化、及び振幅成分に係るベクトルデータ  $a_v(m)$  の正規化等により、小さいデータサイズでのコードブック5,6を構成させることができる。また、そのコードブック5,6においては、振幅成分に係るベクトルデータ  $a_{vn}(m)$  の変換次元数が位相成分に係るベクトルデータ  $\theta_v(m)$  の変換次元数より大きくなっており、データ伝送の観点から見ると、統計的分布の偏りが大きいために比較的粗いパターンでの変換で足りる振幅情報側のデータ量を少なくし、逆に統計的分布の偏りが小さく細かいパターンでの変換が必要になる位相情報側のデータ量を多くすることができ、合理的で高効率な符号化が実現できる。

【0024】次に、図4は上記の符号化装置に対応した復号化装置の機能ブロック回路図を示す。同図において、11は伝送路から受信した正規化係数  $a(k)$  とインデックスデータ  $I_{Da}$ ,  $I_{Dp}$  を個別に分離するデマルチプレクサ、12は振幅成分用のコードブック、13は位相成分用のコードブック、14はインデックスデータ  $I_{Da}$  を検索キーとして振幅成分用のコードブック12を検索して正規化された振幅成分に係るベクトルデータ  $a_{vn}(m)$  と帯域識別データBを讀出すベクトル逆量子化器、15はインデックスデータ  $I_{Dp}$  を検索キーとして位相成分用のコードブック13を検索して位相成分に係るベクトルデータ  $\theta_v(m)$  と帯域識別データBを讀出すベクトル逆量子化器、16は正規化係数  $a(k)$  を用いてベクトルデータ  $a_{vn}(m)$  を逆正規化する逆正規化演算器、17は逆正規化された振幅成分に係るベクトルデータ  $a_v(m)$  と位相成分に係るベクトルデータ  $\theta_v(m)$  と帯域識別データBを用いて各ベクトルデータ  $a_v(m)$ ,  $\theta_v(m)$  を対応した帯域に配置させると共に、そのベクトルデータ  $a_v(m)$ ,  $\theta_v(m)$  を合成



して振幅成分データ  $a(m)$  と位相成分データ  $\theta v(m)$  を求める帯域合成・ベクトル合成器、18は両成分データ  $a(m)$ 、 $\theta v(m)$  を用いてMDCT係数  $x(n)$  を求める振幅・位相合成器、19はMDCT係数  $x(n)$  に対して逆MDCT処理を施してPCM信号を再生させるIMDCT(Inverse MDCT)器である。

【0025】この復号化装置の各機能ブロックは、データの変換や処理の流れにしてみると上記の符号化装置の各機能ブロックに逆の関係で対応しており、それぞれが逆の変換や処理を実行するものであることから、ここではその動作に関する詳細な説明を省略するが、復号化装置として次のような特徴を有している。

【0026】まず、コードブック12、13がそれぞれ符号化装置側のコードブック5、6と同一のデータ内容を有しており、ベクトル逆量子化器14、15が、伝送路側からデマルチプレクサ11を介して受信したインデックスデータ  $I Da$ 、 $I Dp$  を検索キーとして、各コードブック12、13内でその検索キーに対応付けられたベクトルデータ  $a v n(m)$ 、 $\theta v(m)$  を読出す。この場合に、伝送路側からは帯域識別データBが伝送されてこないが、各インデックスデータ  $I Da$ 、 $I Dp$  は個々に異なるコードで与えられているため、コードブック12、13の検索でヒットしたインデックスデータ  $I Da$ 、 $I Dp$  のアドレスに基づいて帯域識別データBを検出することができる。

【0027】また、振幅・位相合成器18は、帯域合成・ベクトル合成器18が作成した振幅成分データ  $a(m)$  と位相成分データ  $\theta v(m)$  を用いて、次の数式3及び数式4に示される簡単な三角関数によりMDCT係数  $x(n)$ 、 $x(n+1)$  を求める。

【数3】

【数4】但し、 $n, m$  はスペクトル番号で、 $n = 0, 2, 4, 6, \dots, N-1$ 、 $m = 0, 1, 2, 3, \dots, (N-1)/2$  であり、 $N$  は1フレーム内のスペクトルの数である。

【0028】そして、本実施形態の符号化装置と復号化装置は、ベクトル量子化方式によって高い伝送効率やストレージメディアの容量節減を実現するという基本的効果を有しているが、コードブック5、6、14、15に対して振幅成分と位相成分に係る各ベクトルデータ  $a v n(m)$ 、 $\theta v(m)$  を割付ける方式において変換次元数やデータ個数について工夫を施し、またベクトル化に際してデータ量を抑制するための手段を適用したことにより、音響データを更に効率的且つ的確に伝送し、復号化装置の出力で高品質な音声を再生させることが可能になる。尚、本実施形態では符号化装置と復号化装置にそれぞれ正規化演算器4と逆正規化演算器16を具備させて振幅成分に係るベクトルデータ  $a v(m)$  のデータ量の抑制を図っているが、それらの機能ブロックがなくても、コードブック5、14のサイズが少々大きくなるだけで前記の効果は得られる。

【0029】

【発明の効果】本発明の「音響信号の符号化装置及び復

号化装置」は、以上の構成を有していることにより、次のような効果を奏する。請求項1の発明は、PCM信号をMDCT方式で直交変換し、その変換によって得られるMDCT係数を符号化すると共に、ベクトル量子化方式を適用して高能率な圧縮と伝送効率の向上を図る符号化装置において、MDCT係数を振幅成分データと位相成分データに分離してベクトル化した各ベクトルデータにインデックスデータを対応させたコードブックを設けたことにより、位相成分データよりも振幅成分データの統計的分布の偏りが大きいという音響信号の特性を利用してより高能率な符号化を可能にする。請求項2の発明は、データ分離手段でMDCT係数から振幅成分データと位相成分データを求める際の効率的な演算を可能にする。請求項3の発明は、ベクトル化手段でのデータ変換方式として、変換次元数を高い周波数帯域で大きくし、聴覚心理特性を考慮した伝送データ量の低減化とコードブックの小サイズ化を実現する。請求項4の発明は、位相成分に係るベクトルデータのデータ量を小さく抑制し、コードブックの小サイズ化を実現し、また同一容量のコードブックでより多くのベクトル量子化のためのデータを具備させることを可能にする。請求項5及び請求項6の発明は、統計的分布の偏りが小さい位相成分データのベクトル化変換次元数を、統計的分布の偏りが大きい振幅成分データのベクトル化変換次元数より小さくし、位相成分に係るベクトルデータの個数を多くして伝送データ量の増大やコードブックの容量の増大を招くことなく効率的且つ合理的な符号化を可能にする。請求項7の発明は、振幅成分に係るベクトルデータを正規化してコードブックの小サイズ化を実現し、また同一容量のコードブックでより多くのベクトル量子化のためのデータを具備させることを可能にする。請求項8の発明は、請求項1乃至請求項6の発明の符号化装置に対応した復号化装置を実現する。請求項9の発明は、請求項7の発明に係る符号化装置に対応した復号化装置を実現する。請求項10の発明は、請求項8又は請求項9の発明の復号化装置において、データ合成手段が振幅成分データと位相データからMDCT係数を求める際の効率的な演算を可能にする。

【図面の簡単な説明】

40 【図1】本発明の実施形態に係る音響信号の符号化装置の機能ブロック回路図である。

【図2】振幅成分用のコードブックの登録内容に関する説明図である。

【図3】位相成分用のコードブックの登録内容に関する説明図である。

【図4】実施形態に係る復号化装置の機能ブロック回路図である。

【図5】MDCT係数の変態態様の実例を示すグラフである。

50 【図6】図5のMDCT係数に係る振幅成分データの変

化態様を示すグラフである。

【図7】図5のMDCT係数に係る位相成分データの変化態様を示すグラフである。

【図8】ベクトル量子化方式を採用した従来の符号化装置の機能ブロック回路図である。

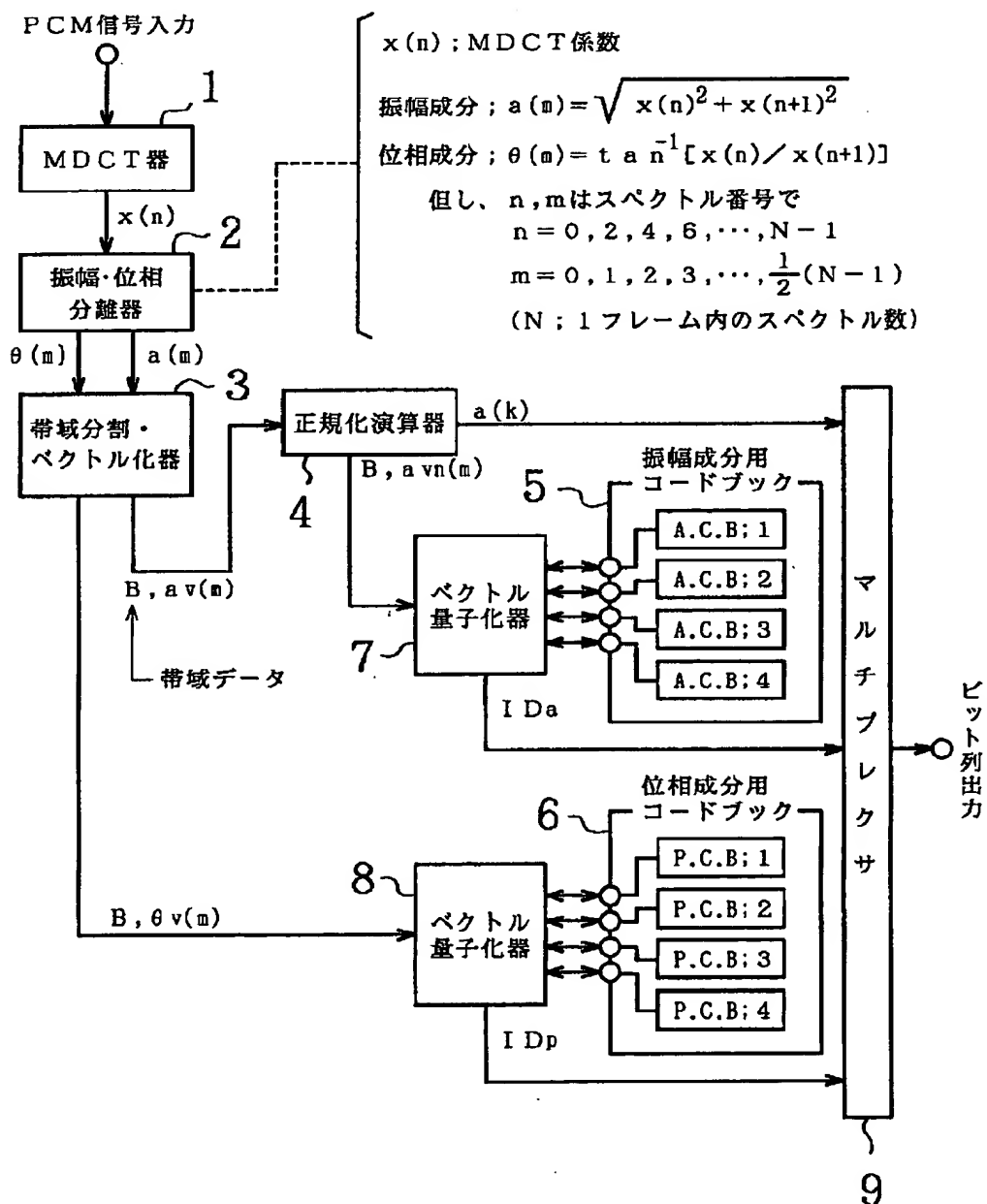
【符号の説明】

1…MDCT器、2…振幅・位相分離器(データ分離手

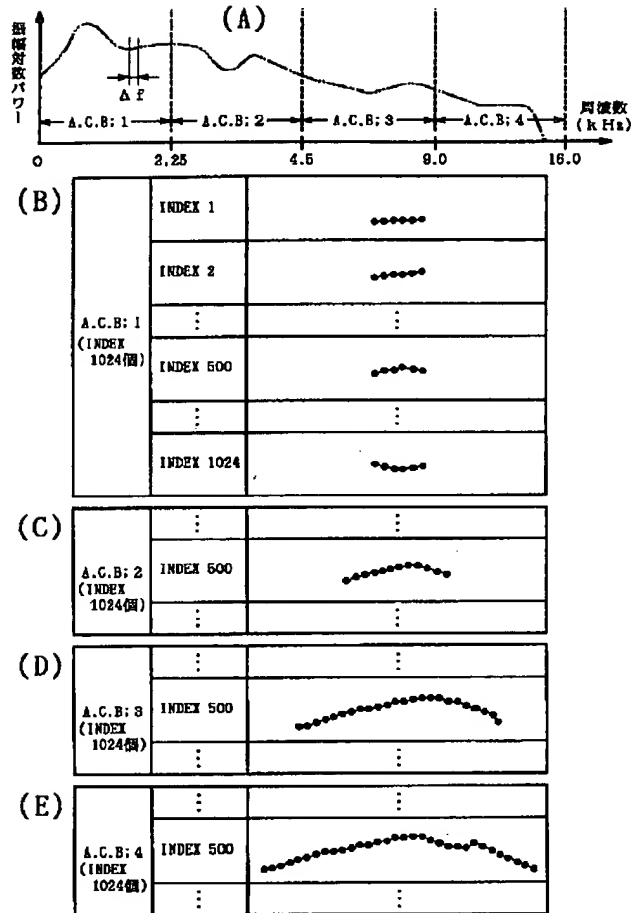
段)、3…帯域分割・ベクトル化器(ベクトル化手段)、4… \*

\* 正規化演算器(正規化手段)、5, 12…振幅成分用のコードブック、6, 13…位相成分用のコードブック、7, 8…ベクトル量子化器(ベクトル量子化手段)、9…マルチプレクサ、11…デマルチプレクサ、14, 15…ベクトル逆量子化器(ベクトル逆量子化手段)、16…逆正規化演算器(逆正規化手段)、17…帯域合成・ベクトル合成器(ベクトル合成手段)、18…振幅・位相合成器(データ合成手段)、19…IMDCT器(逆MDCT手段)。

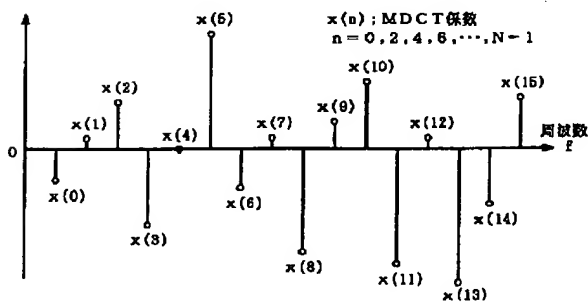
【図1】



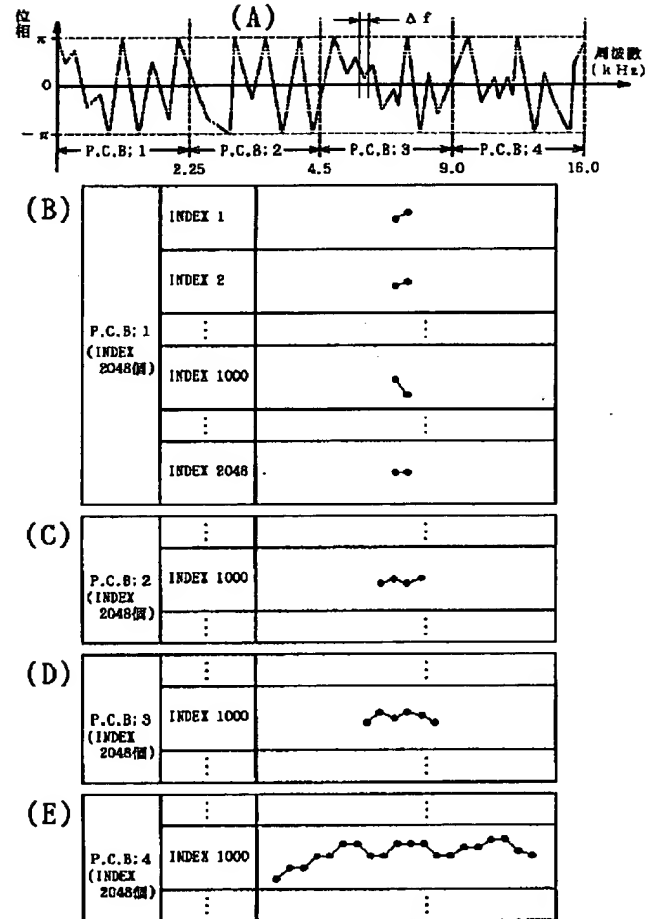
【図2】



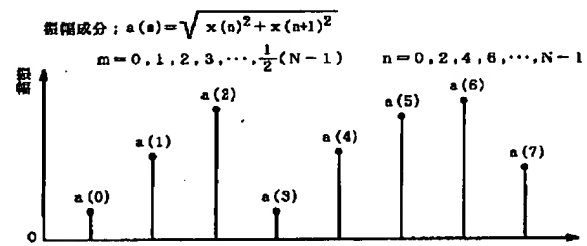
【図5】



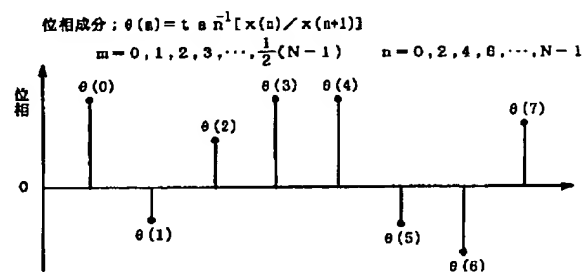
【図3】



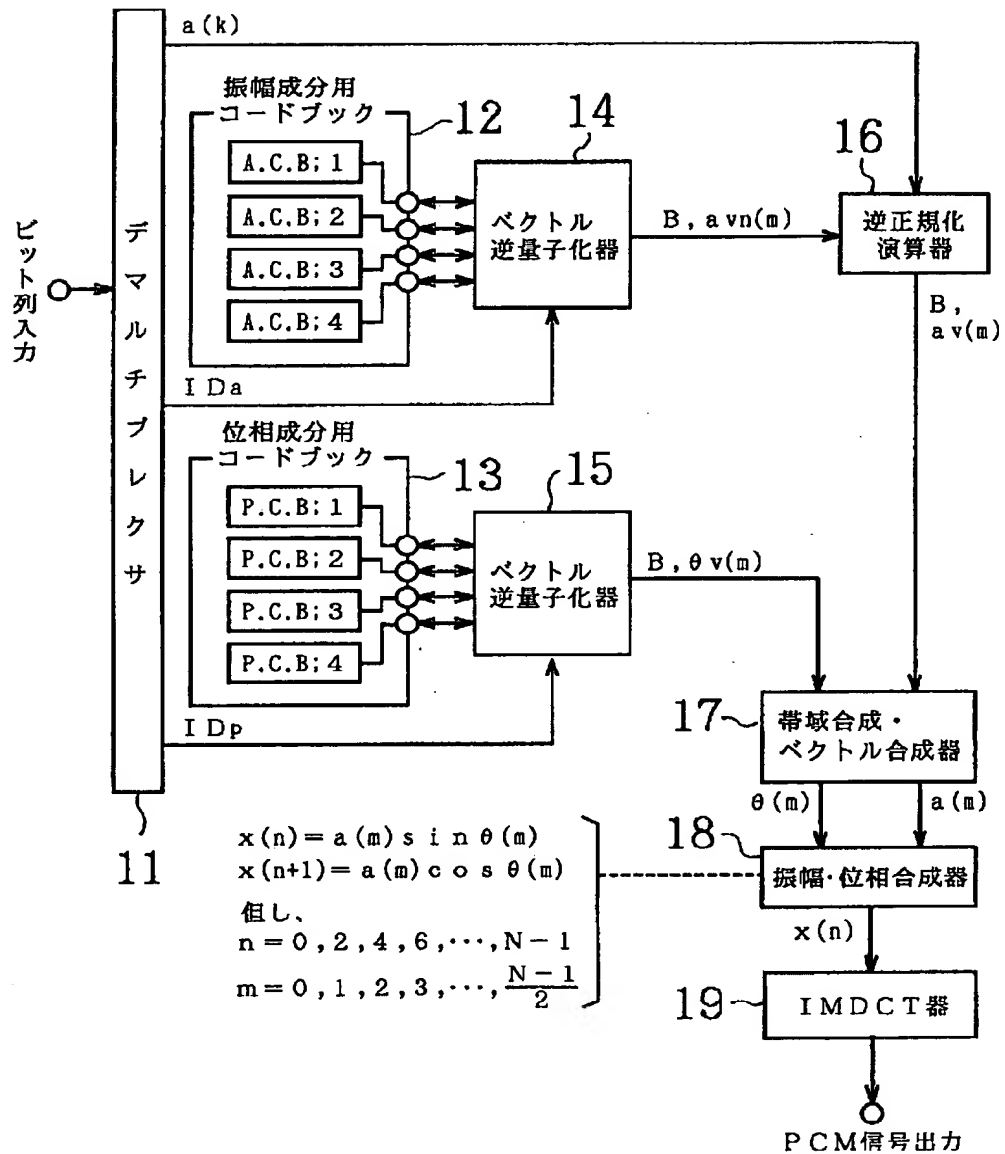
【図6】



【図7】



【図4】



【図8】

